

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 3月31日
Date of Application:

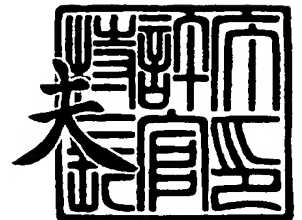
出願番号 特願2003-097153
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2003-097153]

出願人 株式会社国際電気セミコンダクターサービス
Applicant(s):

2003年10月16日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 Z0123

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 F23G 7/06

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区新宿二丁目 1 番 9 号 株式会社国際電気セ
ミコンダクターサービス内

【氏名】 石津 秀雄

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区新宿二丁目 1 番 9 号 株式会社国際電気セ
ミコンダクターサービス内

【氏名】 鈴木 雅行

【特許出願人】

【識別番号】 592230092

【氏名又は名称】 株式会社国際電気セミコンダクターサービス

【代理人】

【識別番号】 100090136

【弁理士】

【氏名又は名称】 油井 透

【選任した代理人】

【識別番号】 100091362

【弁理士】

【氏名又は名称】 阿仁屋 節雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100105256

【弁理士】

【氏名又は名称】 清野 仁

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013653

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ヒータ検査装置及びそれを搭載した半導体製造装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

交流電源と当該交流電源に基づいて加熱されるヒータとの経路を遮断する遮断手段と、

前記遮断手段によって経路を遮断しているときに前記ヒータに直流電圧を印加する印加手段と、

前記印加手段によってヒータに直流電圧を印加したときに当該ヒータに印加される直流電圧を検出する電圧検出手段と、

前記印加手段によってヒータに直流電圧を印加したときに当該ヒータに流れる電流を検出する電流検出手段と、

前記印加手段によってヒータに直流電圧を印加したときの当該ヒータの温度を検出する温度検出手段と、

前記ヒータの基準時の抵抗を算出するための抵抗温度係数を記憶してあるメモリと、

前記電圧検出手段と前記電流検出手段との各検出結果に基づいて前記ヒータの検査時の抵抗を算出する第 1 算出手段と、

前記温度検出手段の検出結果と前記メモリに記憶してある抵抗温度係数とに基づいて前記ヒータの基準時の抵抗を算出する第 2 算出手段と、

前記第 1 算出手段によって算出されたヒータの検査時の抵抗と前記第 2 算出手段によって算出された前記ヒータの基準時の抵抗とに基づいて当該ヒータの劣化の程度を割り出す割出手段とを備えることを特徴とするヒータ検査装置。

【請求項 2】

前記割出手段によってヒータの劣化の程度を割り出した結果、前記ヒータの交換の必要性がある場合に、当該必要性があることを報知する報知手段を備えることを特徴とする請求項 1 記載のヒータ検査装置。

【請求項 3】

前記遮断手段は、前記交流電源と前記ヒータとを結ぶ経路から前記ヒータに加

えられる印加電源の電源同期信号を取得し、当該電源同期信号に基づいて前記経路を遮断することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のヒータ検査装置。

【請求項 4】

さらに、前記メモリには、前記ヒータの長さ及び断面積が記憶されていることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか記載のヒータ検査装置。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか記載のヒータ検査装置を備えることを特徴とする半導体製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ヒータ検査装置及びそれを搭載した半導体製造装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来、半導体製造装置として、被処理体を高温下の炉内で熱処理するための熱処理装置に、常温で抵抗値が非常に小さく、高温になると抵抗値が大きくなるニッケイ化モリブデン製の抵抗加熱ヒータが使われるようになっている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0 0 0 3】

このような半導体製造装置のヒータ検査装置として以下のものがある。

【0 0 0 4】

図 5 は、第 1 の従来例としてのヒータ検査装置及びそれを搭載した半導体製造装置の回路図である。

図 5 には、商用電源 1 と、受電用端子台 2 と、保護用ブレーカ（NFB）3 と、電源トランス 4 と、ヒータ電力制御用のサイリスタ 6 と、加熱用のヒータ 7 と、ヒータ 7 の温度を測定する熱電対 8 と、ヒータ 7 の断線を検知するためのカレントトランス 40 と、ヒータ 7 の温度を制御する温度調節計 30 とを示している。

【0 0 0 5】

ヒータ 7 の温度を制御する場合、受電用端子台 2 に商用電源 1 を供給した状態で、保護用ブレーカ 3 及びサイリスタ 6 をオンすることで、商用電源 1 が保護用ブレーカ 3 及びサイリスタ 6 を経由して、ヒータ 7 に供給される。

このとき、ヒータ 7 には電流が流れることでヒータ温度が上昇する。温度を測定する熱電対 8 は上昇したヒータ 7 の温度を電気信号に変えて、温度調節計 30 にフィードバックする。温度調節計 30 は、熱電対 8 からの数値とヒータ 7 の設定温度との差を演算して、サイリスタ 6 のオン／オフを制御する。

【0006】

ヒータ 7 の断線を検知するには、電流検知用のカレントトランス 40 に電流が流れるか否かを判別すればよい。具体的には、温度調節計 30 が電力をヒータ 7 に供給する指令をサイリスタ 6 に出力しているにもかかわらず、カレントトランス 40 からヒータ 7 に流れる電流を検知しない場合に、断線と判断するようにしている。

【0007】

図 6 は、第 2 の従来例としてのヒータ検査装置及びそれを搭載した半導体製造装置の回路図である。

図 6 には、図 5 に示す部分に加えて、ヒータ 7 の断線を判断する断線検知器 50 を示している。ヒータ 7 の加熱の手法は、図 5 を用いて説明したとおりである。

第 2 の従来例では、ヒータ 7 の断線を検知するには、電流検知用のカレントトランス 40 に流れる電流を測定することで、ヒータ 7 の断線が判断可能となる。すなわち、断線検知器 50 がヒータ 7 に供給されているヒータ 7 の端子電圧とカレントトランス 40 からヒータ 7 に供給される電力とを監視し、ヒータ 7 の電流変化率の大幅な変化を検知する、又は、ヒータ 7 の端子電圧があるにもかかわらず、電流が検知できない場合に、断線と判断するようにしている。

【0008】

【特許文献 1】

特開平 4-155828 号公報

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、従来の技術は、ヒータの断線を検知する方法として、ヒータの電流を監視するしかなく、ヒータを断線前に交換するためには、せいぜい、ヒータの材料、使用時の環境により判断するしかなかった。

ヒータが断線すると、炉で正常な熱処理ができなくなり、被処理体のロット不良を出してしまう等、生産性に影響が出るという問題があった。特に縦型炉にあつては、一度に処理する被処理体の数が大量であるため影響は大きかった。これを補うために、予備のヒータを準備して、定期交換しているが、ヒータの寿命判断が甘いため、寿命予測範囲期間内で断線するという問題点もある。

【0010】

そこで、本発明は、ヒータの劣化の程度を割り出して、ヒータの交換の必要性があれば、その旨を報知して、ヒータの交換を促すことが可能なヒータ検査装置及びそれを搭載した半導体製造装置を提供することを課題とする。

【0011】**【課題を解決するための手段】**

上記課題を解決するために、第1の発明のヒータ検査装置は、交流電源と交流電源に基づいて加熱されるヒータとの経路を遮断する遮断手段と、遮断手段によって経路を遮断しているときにヒータに直流電圧を印加する印加手段と、印加手段によってヒータに直流電圧を印加したときにヒータに印加される直流電圧を検出する電圧検出手段と、印加手段によってヒータに直流電圧を印加したときにヒータに流れる電流を検出する電流検出手段と、印加手段によってヒータに直流電圧を印加したときのヒータの温度を検出する温度検出手段と、ヒータの基準時の抵抗を算出するための抵抗温度係数を記憶してあるメモリと、電圧検出手段と電流検出手段との各検出結果に基づいてヒータの検査時の抵抗を算出する第1算出手段と、温度検出手段の検出結果とメモリに記憶してある抵抗温度係数とに基づいてヒータの基準時の抵抗を算出する第2算出手段と、第1算出手段によって算出されたヒータの検査時の抵抗と第2算出手段によって算出されたヒータの基準時の抵抗とに基づいてヒータの劣化の程度を割り出す割出手段とを備える。

【0012】

すなわち、本発明は、ヒータの劣化によりヒータ本体が細くなり、これに起因してヒータの抵抗が増加するという性質を利用して、ヒータの劣化の程度を割り出している。例えば、実際測定したヒータの抵抗がヒータ基準時の抵抗に比して所定量を超えて増加していれば、ヒータが交換を必要とするほど、劣化していると判別するようにしている。

【 0 0 1 3 】

第 2 の発明のヒータ検査装置は、割出手段によってヒータの劣化の程度を割り出した結果、ヒータの交換の必要性がある場合に、必要性があることを報知する報知手段を備える。

こうして、ヒータの交換を促すことで、実際に被処理体を加熱処理しているときに、ヒータの断線等が生じるという事態が発生しないようにしている。

【 0 0 1 4 】

第 3 の発明のヒータ検査装置は、遮断手段は、交流電源とヒータとを結ぶ経路からヒータに加えられる電源の電源同期信号を取得し、電源同期信号に基づいて経路を遮断する。

このため、ヒータに加えられる電流／電圧が位相制御されているような場合において、電流が流れていないときに経路を遮断するようにすることにより、加熱しているヒータの温度低下を最小限にとどめることができる。

【 0 0 1 5 】

第 4 の発明のヒータ検査装置は、さらに、メモリには、ヒータの基準時の長さ及び断面積が記憶されている。

このため、基準時のヒータの抵抗の算出が可能となる。

【 0 0 1 6 】

第 5 の発明の半導体製造装置は、上記いずれか記載のヒータ検査装置を備える。このため、半導体の製造中に、ヒータが断線することによって、半導体が製造できないという事態が発生することを防止できる。

【 0 0 1 7 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

図1は、本発明の実施形態の半導体製造装置の構成要素である縦型炉にヒータを取り付けている様子を示す斜視図である。

図1には、縦型炉100の内壁に対して、半導体ウェーハ等の被処理体を加熱するヒータ7を蛇行させた状態で張り巡らせている様子を示している。ヒータ7は、二ケイ化モリブデン、ニクロムなどを主成分とした材料としている。図1に示すヒータ7で囲まれた領域に、被処理体が搬入される処理室が位置することになる。

【0018】

図2は、図1に示すヒータ及びヒータ検査装置の回路図である。

図2には、図1に示すヒータ7に加えて、以下説明する商用電源1と、受電用端子台2と、保護用ブレーカ(NFB)3と、電源トランス4と、サイリスタ6と、熱電対8と、熱電対9と、シャント抵抗器10と、ヒータ制御装置23とを示している。

【0019】

商用電源1は、図1に示すヒータ7に対して交流電圧を印加する電源である。

受電用端子台2は、商用電源1からの電圧を受けてヒータ7側へ渡す端子が載置されたものである。

保護用ブレーカ(NFB)3は、ヒータ7に過度の電圧が印加されることを防止するものであり、通常時にはオンすることで商用電源1とヒータ7とを導通しており、ヒータ7に過度の電圧が印加されそうときにはオフすることで商用電源1とヒータ7との導通を断つものである。

【0020】

電源トランス4は、商用電源1によって印加される電圧を、ヒータ7で使用可能な電圧に変換するものである。

サイリスタ6は、電源トランス4で変換された電圧の位相を制御してヒータ7に通電され電流を調整するスイッチ素子であり、熱電対8でのヒータ7の測定温度が炉の設定温度よりも低い場合にオンされ、熱電対8でのヒータ7の測定温度が炉の設定温度よりも高い場合にオフされるものである。

【0021】

熱電対 8, 9 は、ヒータ 7 の温度に基づく電気信号をヒータ制御装置 23 側へ出力するものである。熱電対 8 は、炉内の温度を測定してヒータ 7 の計測温度を炉の設定温度に一致させるためのものであり、例えば縦型炉 100 の半導体処理室内に設置されている。熱電対 9 は、ヒータ 7 自体の温度を測定してヒータ 7 の劣化の程度を割り出すためのものであり、例えばヒータ 7 近傍に設定されている。

シャント抵抗器 10 は、ヒータ 7 に流れる電流の一部を分離してヒータ制御装置 23 側へ出力するものである。

【0022】

ヒータ制御装置 23 は、以下説明する取得手段 11 と、直流電圧発生器 12 と、温度調節計 13 と、テーブルメモリ 14 と、DO 出力手段 15 と、通信インターフェイス（通信 I/F）16 と、演算器（CPU）17 と、A/D 変換器 19 と、電圧検出手段 20 と、電流検出手段 21 と、温度検出手段 22 とを備える。

【0023】

電圧検出手段 20 は、CPU 17 からの命令に従って、直流電圧発生器 12 によって発生され、ヒータ 7 の両端に印加される直流電圧を検出するものである。

電流検出手段 21 は、CPU 17 からの命令に従って、直流電圧発生器 12 によって発生された直流電圧をヒータ 7 に印加したときにヒータ 7 に流れる電流を、シャント抵抗器 10 によって分離された電流に基づいて検出するものである。

温度検出手段 22 は、CPU 17 からの命令に従って、熱電対 9 から出力される電気信号に基づいて、ヒータ 7 の温度を検出して、CPU 17 側へ出力するものである。

A/D 変換器 19 は、電圧検出手段 20 と電流検出手段 21 と温度検出手段 22 とによるアナログ信号の検出結果を、デジタル信号の検出結果に変換するものである。

【0024】

テーブルメモリ 14 は、図 3 を用いて後述するように、ヒータ 7 の固有の識別番号と、ヒータ 7 の抵抗温度係数と、ヒータ 7 の長さ、ヒータ 7 の断面積と、ヒータ 7 の基準時の抵抗、たとえば製造時の基準抵抗とを一組で記憶してある。

メモリである。

なお、テーブルメモリ 14 に、ヒータ 7 の温度－抵抗特性を記憶してルックアップテーブル化しておくことで、CPU 17 においてヒータ 7 の理論的な抵抗を算出するという作業をしなくて済むようにしてもよい。

【0025】

取得手段 11 は、例えば電源トランス 4 の二次側に接続されており、電源トランス 4 の二次側電源とヒータ 7 とを結ぶ経路から、ヒータ 7 に加えられる二次側電源の電源同期信号を取得するものである。ここで二次側電源の電源同期信号は、サイリスタ 6 によって通電制御される二次側電源の電流のオン／オフに同期した信号である。

直流電圧発生器 12 は、取得手段 11 で取得された電源同期信号に基づいて、遮断手段であるサイリスタ 6 が経路をオフしているときに、ヒータ 7 に印加する直流電圧を発生するものである。そのために、直流電圧発生器 12 はサイリスタ 6 を経ずにヒータ 7 に直接接続されるようになっている。

【0026】

温度調節計 13 は、熱電対 8 から出力される電気信号に対応する測定温度と予め設定しているヒータ 7 の設定温度とに基づいてサイリスタ 6 のオン／オフを制御したり、取得手段 11 で取得された電源同期信号に基づいてサイリスタ 6 をオフしたり、熱電対 8 から出力される電気信号に対応する測定温度やサイリスタ 6 のオン／オフの制御情報を上位装置等へ送信するものである。

【0027】

演算器 (CPU) 17 は、A/D 変換器 19 で変換された電圧検出手段 20 及び電流検出手段 21 のデジタル信号の検出結果に基づいてヒータ 7 の検査時の抵抗を算出すると共に、算出したヒータ 7 の検査時の抵抗とテーブルメモリ 14 の記憶内容とに基づいてヒータ 7 の劣化の程度を割り出すものである。

【0028】

また、演算器 (CPU) 17 は、割り出したヒータ 7 の劣化の程度を上位装置等へ送信するように命令する、或いは割り出したヒータ 7 の劣化の程度に基づいてヒータ 7 の交換の必要性がある場合に、例えばスピーカからアラームを出力す

るようにDO出力手段15へ命令するものである。

【0029】

さらに、演算器(CPU)17は、直流電圧発生器12に対して直流電圧を発生するように促すと共に、取得手段11で取得された電源同期信号に基づいて温度調節計13を経由してサイリスタ6を一次的にオフしたときに、直流電圧発生器12で発生させた直流電圧をヒータ7へ印加するように命令する等のヒータ制御装置23の動作の制御を司るものである。

【0030】

DO出力手段15は、CPU17の命令に従って、ヒータ7の交換の必要性があることを示すアラームを出力するように、図示しないスピーカに促すものである。

通信I/F16は、CPU17及び温度調節計13と上位装置等とを接続するインターフェイスである。

【0031】

ここで、ヒータ7の劣化の程度を割り出す原理について説明する。ヒータ7の抵抗Rは、例えばヒータ7を構成する金属素線の抵抗温度係数 ρ を $1/^{\circ}\text{C}$ (at 20°C) ($\Omega \cdot \text{m}$)、長さlを1000mとし、素線直径を1mmとすると、断面積Sは $3.14 \times 10^{-6} (\text{m}^2)$ となるから、

$$R = \rho \times l / S \text{ より、}$$

$$R(20^{\circ}\text{C}) = 1 (\Omega \cdot \text{m}) \times 1000 (\text{m}) / 3.14 \times 10^{-6} (\text{m}^2) = 3.185 \times 10^8 (\Omega)$$

となる。

【0032】

ヒータ7が経時変化により劣化することで、金属素線の断面積が0.8mmになったとすると、このときのヒータ7の抵抗R'は、

$$R' = 1 (\Omega \cdot \text{m}) \times 1000 (\text{m}) / (0.0008 \times 0.0008 \times 3.14) (\text{m}^2) = 4.976 \times 10^8 (\Omega)$$

となる。

【0033】

このため、ヒータ 7 の理論的な抵抗に対する、ヒータ 7 の実際の抵抗の変化に基づいて、ヒータ 7 の劣化の程度を割り出すことが可能となる。

図 3 は、図 2 に示すテーブルメモリ 1 4 の記憶内容を示す図である。

図 3 には、例示としてヒータ 7 として使用可能なヒータ 7 A 及び 7 B に関する情報を記憶している場合を示している。

【 0 0 3 4 】

具体的には、ヒータ 7 A と、ヒータ 7 A を 2 0 ℃ 及び 8 0 0 ℃ 及び 1 0 0 0 ℃ に加熱したときの抵抗温度係数 1 . 0 0 及び 1 . 0 1 及び 1 . 0 4 ($\Omega \cdot m$) と、ヒータの長さ 1 0 0 0 (m) と、ヒータ 7 A の断面積 $4 \times 1 0^{-6}$ (m^2) と、ヒータ 7 A の製造時の基準抵抗 4 . 5 5 7 (Ω) とを対応させて記憶している様子を示している。

【 0 0 3 5 】

また、ヒータ 7 B と、ヒータ 7 B を 2 0 ℃ 及び 8 0 0 ℃ 及び 1 0 0 0 ℃ に加熱したときの抵抗温度係数 1 . 0 0 及び 1 . 0 1 及び 1 . 0 4 と、ヒータ 7 B の長さ 1 5 0 0 (m) と、ヒータ 7 B の断面積 $4 \times 1 0^{-6}$ (m^2) と、ヒータ 7 B の製造時の基準抵抗 9 . 4 (Ω) とを対応させて記憶している様子を示している。

【 0 0 3 6 】

なお、テーブルメモリ 1 4 には、少なくとも、ヒータ 7 を検査する際のヒータ 7 の温度に対応する抵抗温度係数を記憶しておけばよいが、さらに多くの抵抗温度係数を記憶しておいてもよい。

本実施形態では、後述する数式と上記情報とに基づいて、ヒータ 7 の劣化の程度を割り出すようにしている。

【 0 0 3 7 】

図 4 は、図 2 に示す半導体製造装置及びヒータ検査装置の動作を示すフローチャートである。

まず、商用電源 1 とヒータ 7 とを導通させて、ヒータ 7 を例えば 8 0 0 ℃ に向けて加熱する (ステップ S 1) 。

具体的には、商用電源 1 から半導体製造装置の縦形炉に対して、交流電圧を印加する際に、CPU 1 7 等の制御によって NFB 3 及びサイリスタ 6 をオンして

おき、商用電源 1 の交流電圧を、電源トランス 4 でヒータ 7 で使用可能な電圧に変換してから印加することによってヒータ 7 を加熱する。これにより縦形炉をアイドル状態（スタンバイ状態）にする。

【0038】

つぎに、CPU 17 は、ヒータ 7 自体の温度を測定する熱電対 9 から出力される電気信号に基づいて、ヒータ 7 の温度が、ヒータ 7 の検査温度である例えば 800℃に達したか否かを判別し、800℃に達するまで判別を繰り返す（ステップ S2）。

ヒータ 7 が例えば 800℃に達した場合には、CPU 17 は、取得手段 11 によって電源トランス 4 の二次側電源の電源同期信号を取得する（ステップ S3）。

CPU 17 は、この取得した電源同期信号から、サイリスタ 6 によって電源トランス 4 の二次側電源からヒータ 7 へ通じる経路が遮断されている期間（サイリスタ 6 によってオフしている期間）を読み取り、その遮断期間中に、ヒータ抵抗検出用データを取得するための一連のステップ S4～S9 を処理する。この遮断期間は、例えば数十 msec オーダであり、最大でも 1 秒程度である。また、遮断期間中に一連のステップを繰り返して複数の検出データを取得するようにしても、あるいは複数の遮断期間にわたって複数の検出データを取得するようにしてもよい。複数の検出データを取得する場合は、それらの平均値を採用する。

【0039】

サイリスタ 6 がオフすると、まず、直流電圧発生器 12 に対して、ヒータ 7 に印加する直流電圧を発生するように命令する（ステップ S4）。

そして、CPU 17 は、直流電圧発生器 12 で発生された直流電圧を、ヒータ 7 に印加する（ステップ S6）。

この状態で、電圧検出手段 20 によって、直流電圧発生器 12 によって発生されヒータ 7 に印加される直流電圧を検出する（ステップ S7）。

【0040】

また、電流検出手段 21 によって、ヒータ 7 に流れる電流を、シャント抵抗器 10 によって分離された電流に基づいて検出する（ステップ S8）。

さらに、温度検出手段 22 によって、熱電対 9 から出力される電気信号に基づいてヒータ 7 の温度（検出温度 $T^{\circ}\text{C}$ 、ここでは 800°C ）を検出する（ステップ S9）。

なお、電圧検出手段 20 と電流検出手段 21 と温度検出手段 22 とによるアナログ信号の検出結果は、A/D 変換器 19 によって、デジタル信号の検出結果に変換され、CPU 17 に出力される。

【0041】

このようにしてサイリスタ 6 がオフしている遮断期間中に、CPU 17 はヒータ抵抗測定用データを取得するが、このデータ取得前はもちろん、取得中も、取得後も、電源トランス 4 の二次側電源の電流はサイリスタ 6 による通電制御下であり、炉の温度が設定温度となるように通常に制御されている。

【0042】

つぎに、CPU 17 は、例えば、温度検出手段 22 の検出温度（ $T^{\circ}\text{C}$ ）とテーブルメモリ 1-4 の記憶内容とに基づいて、検出温度（ $T^{\circ}\text{C}$ ）でのヒータ 7 の理論的な抵抗 R を算出する（ステップ S11）。

理論的な抵抗 R は、検出温度での抵抗温度係数を ρ_T （at $T^{\circ}\text{C}$ ）、ヒータ 7 の長さを l 、ヒータ 7 の断面積を S とすると、

$$R = \rho_T \times l / S$$

と示すことができる。

【0043】

つぎに、CPU 17 は、電圧検出手段 20 と電流検出手段 21 との検出結果に基づいて、ヒータ 7 の実際の抵抗 R' を算出する（ステップ S12）。

抵抗 R' は、ヒータ 7 の電圧を V 、ヒータ 7 の電流を I とすると、

$$R' = V / I$$

と示すことができる。

【0044】

つづいて、ヒータ 7 の理論的な抵抗 R とヒータ 7 の実際の抵抗 R' との変化率を算出する（ステップ S13）。

なお、変化率は、以下のように示すことができる。

$$\text{変化率} = (R - R') / R \times 100 (\%)$$

つぎに、CPU 17は、算出した変化率が例えば±10%以上であるか否かを判定する（ステップS14）。

判定の結果、変化率が例えば±10%以上である場合には、CPU 17は、近々、ヒータ7の交換の必要性があるとして、DO出力手段15へ命令することによって、例えばスピーカからアラーム#1を出力してから、ステップS18へ移行する（ステップS15）。

【0045】

一方、変化率が例えば±10%以上でない場合には、算出した変化率が例えば30%以上であるか否かを判定する（ステップS16）。

判定の結果、変化率が例えば30%以上である場合には、CPU 17は、早急に、ヒータ7の交換の必要性があるとして、DO出力手段15へ命令することによって、例えばスピーカからアラーム#1とは音色、周波数等の異なるアラーム#2を出力する（ステップS17）。

【0046】

つづいて、被処理体をロット不良にすることなくヒータ7の交換を可能とするために、実際に処理室に被処理体を搬入する前に、ヒータ7の加熱を終了する（ステップS18）。

【0047】

一方、変化率が例えば±30%以上でない場合には、引き続き、ヒータ7を加熱していき、温度調節計13によって、熱電対8から出力される電気信号と予め設定しているヒータ7の設定温度とに基づいて、サイリスタ6をオン／オフして、アイドル状態（スタンバイ状態）を継続する。また、熱電対8から出力される電気信号が示す情報やサイリスタ6のオン／オフの制御情報を上位装置等へ送信する（ステップS18）。

【0048】

以上説明したように、本実施の形態では、同じ温度における理論的なヒータ抵抗値と実際のヒータ抵抗値との変化をとらえて、ヒータの劣化の程度を割り出すことにより、ヒータの劣化の程度からヒータの交換の必要性があれば、その旨を

報知して、ヒータの交換を促すことができるようにしている。したがって、作業者の経験に基づく主観的な判断に頼ることなく、客観的な判断ができるようになり、ヒータを断線前に交換することができる。

【0049】

また、ヒータの劣化の程度を知ることができるので、常に炉で正常な熱処理ができるようになり、被処理体のロット不良を出すこともなく、生産性を向上できる。特に縦型炉の生産性を向上することができる。また、ヒータの劣化判断が正確にできるため、予備のヒータを準備して定期交換する必要がなく、必要に応じたヒータ交換ができるようになり、また交換後に寿命予測範囲期間内で断線するという問題もなくなる。

【0050】

また、実施の形態によれば、交流電源ではなく、直流電源に基づいてヒータのデータを取得するようにしたので、交流の電力制御状態による電流波形、電圧波形のひずみの影響を受けず、実効値／直流変換時に伴う誤差もなくなり、ヒータを単純抵抗として計算できる。そのため、実際の抵抗値を高い精度で算出することができる。

【0051】

また、二次側電源とヒータとを結ぶ経路のサイリスタによる遮断期間内に、ヒータの実際のデータを測定するようにしたので、ヒータ抵抗測定時にヒータに直流電圧を印加しても、商用電源に基づいてヒータ加熱される炉内温度が乱されるようなことはない。また、直流電圧発生器12によるヒータ加熱期間は、極く短い期間であるため、直流電源加熱によっても炉内温度が乱されるようなことがない。

また、半導体製造装置が半導体ウェーハ処理に入る前のアイドル状態（スタンバイ状態）のときに、ヒータ7の劣化の程度を割り出せるようにしているので、半導体製造装置の稼動に支承をきたすこともない。

【0052】

なお、本発明は、ヒータ加熱する構成要素を有する半導体製造装置であれば、いずれの装置にも適用可能である。また装置の種類によらず、ヒータを備えたも

のであればいずれも適用可能である。

【0053】

また、上述した実施の形態では、ヒータの検査温度が所定の温度（800℃）に達したか否かを判別するようにしたが、任意の温度でヒータを検査するようにしてもよい。その場合、理論的な抵抗Rを求めるにあたって、検査温度に最も近い抵抗温度係数をテーブルメモリから選択して使用するとよい。

【0054】

また、上述した実施の形態では、直流電圧のヒータへの印加は、サイリスタのオン／オフ制御に基づく電源同期信号と同期した経路の遮断期間内に行うようにしたが、炉内の温度制御に影響を与えない期間内であれば、ヒータ検査のために一定期間サイリスタを強制的にオフさせて、そのオフ期間、直流電圧をヒータに印加するようにしてもよい。

【0055】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によると、ヒータの劣化の程度を割り出せるようにしているので、ヒータの交換の必要性があれば、その旨を報知して、ヒータの交換を促すことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施形態の半導体製造装置の構成要素となる縦型炉にヒータを取り付けている様子を示す斜視図である。

【図2】

図1に示すヒータ及びヒータ検査装置の回路図である。

【図3】

図2に示すテーブルメモリの記憶内容を示す図である。

【図4】

図2に示すヒータ検査装置の動作を示すフローチャートである。

【図5】

第1の従来例としてのヒータ検査装置及びそれを搭載した半導体製造装置の回

路図である。

【図 6】

第 2 の従来例としてのヒータ検査装置及びそれを搭載した半導体製造装置の回路図である。

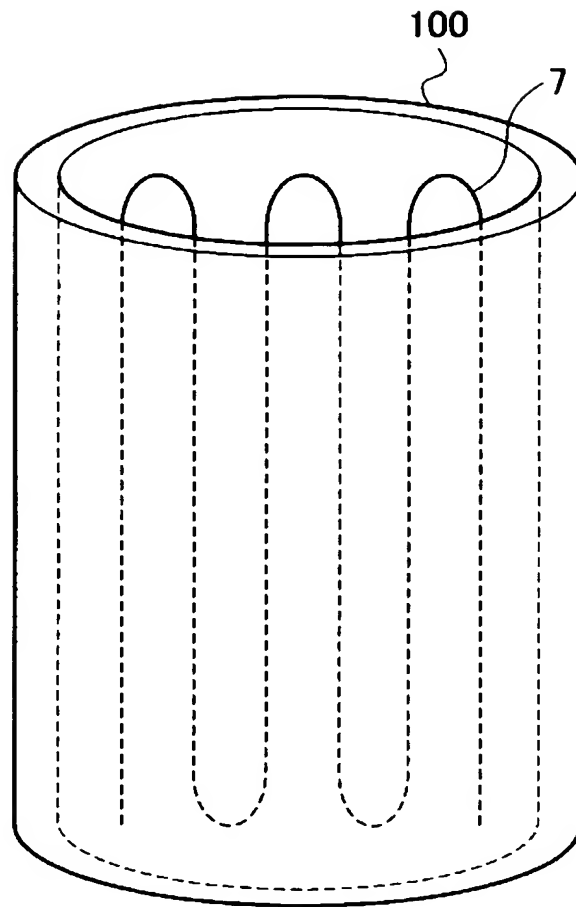
【符号の説明】

- 1 商用電源
- 4 電源トランス
- 6 サイリスタ
- 7 ヒータ
- 8 熱電対
- 9 熱電対
- 1 1 取得手段
- 1 2 直流電圧発生器
- 1 3 温度調節計
- 1 4 テーブルメモリ
- 1 7 演算器 (C P U)
- 1 9 A / D 変換器
- 2 0 電圧検出手段
- 2 1 電流検出手段
- 2 2 温度検出手段
- 2 3 ヒータ検査装置

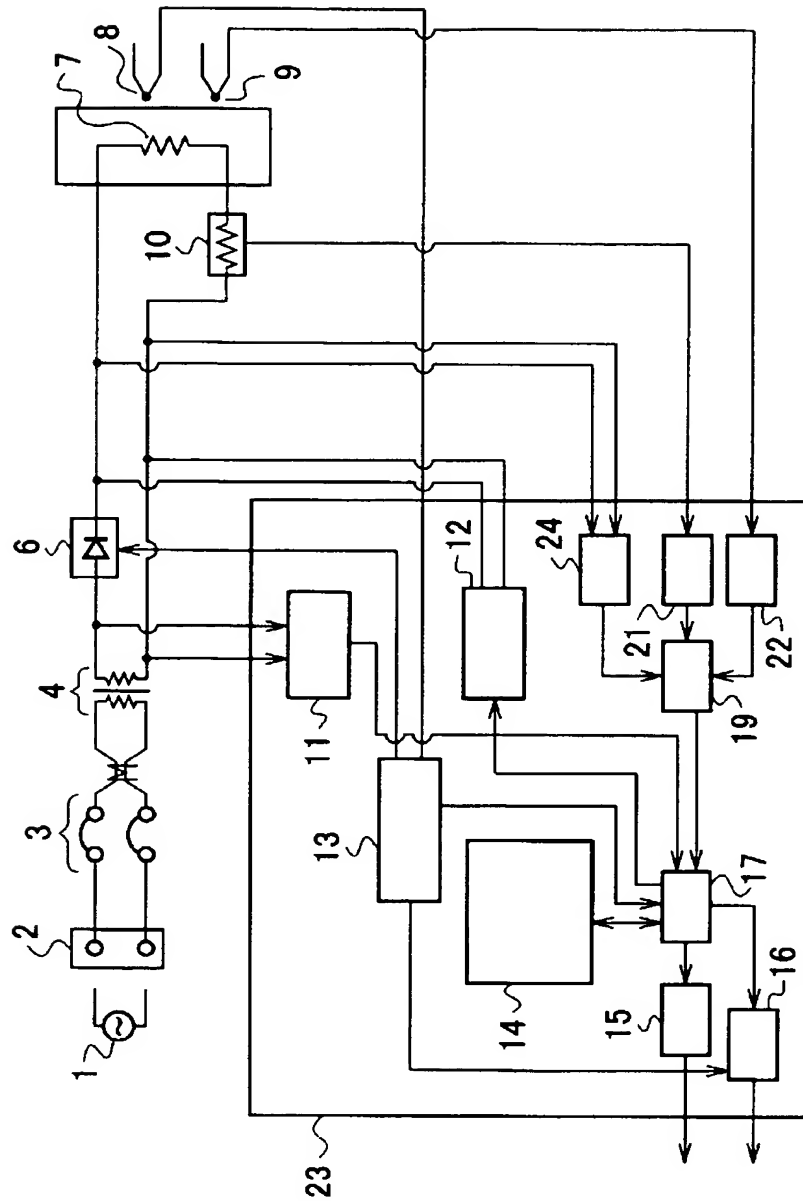
【書類名】

図面

【図 1】



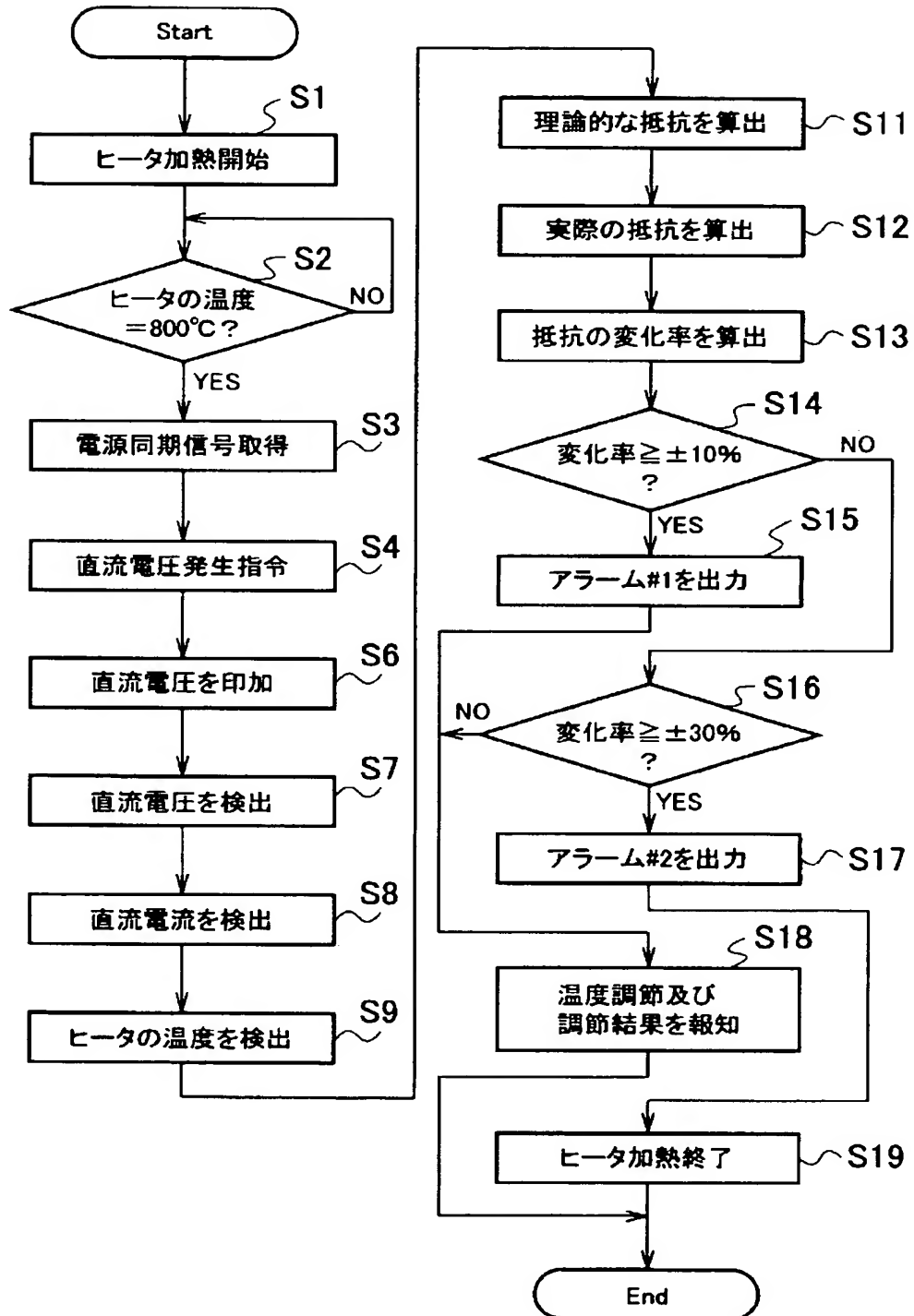
【図 2】



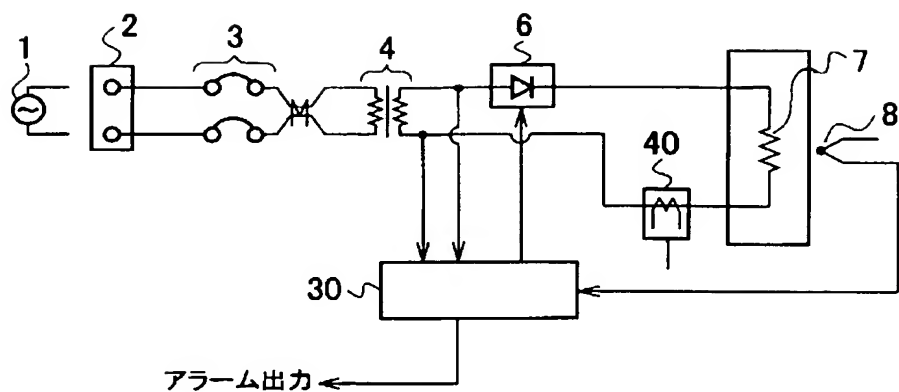
【図 3】

識別番号	温度係数 (20℃)	温度係数 (850℃)	温度係数 (1000℃)	長さ (m)	断面積 (m ²)	基準抵抗値 (Ω)
ヒータ7A	1.00	1.01	1.04	1000	4 × 10 ⁻⁶	4.557
ヒータ7B	1.00	1.01	1.04	1500	4 × 10 ⁻⁶	9.4

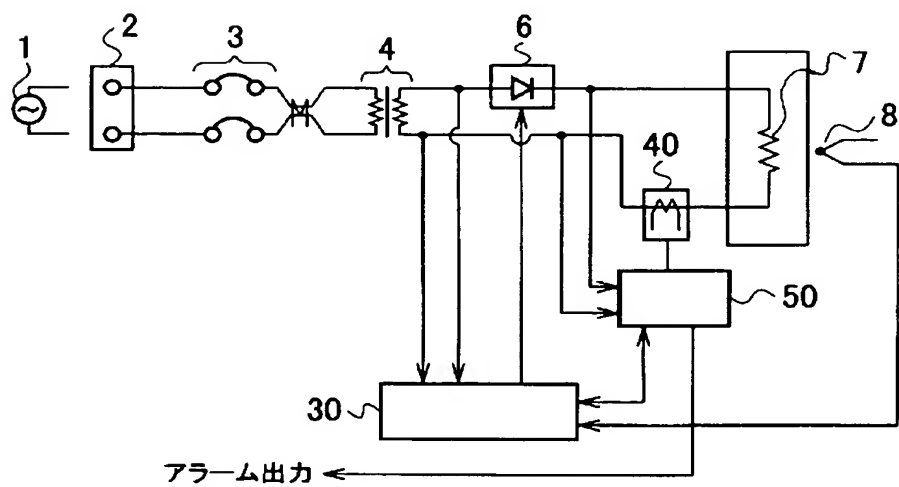
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 炉を加熱するヒータの劣化の程度を割り出す。

【解決手段】 サイリスタ 6 によって商用電源 1 とヒータ 7 とを結ぶ経路を遮断しているときにヒータ 7 に直流電圧を印加するための直流電圧発生器 1 2 と、ヒータ 7 に直流電圧を印加したときにヒータ 7 に印加される直流電圧及びヒータ 7 に流れる電流及びヒータ 7 の温度を検出する電圧検出手段 2 0 及び電流検出手段 2 1 及び温度検出手段 2 2 と、ヒータ 7 の製造時の抵抗を算出するための抵抗温度係数を記憶してあるテーブルメモリ 1 4 と、電圧検出手段 2 0 と電流検出手段 2 1 との各検出結果に基づいてヒータ 7 の検査時の抵抗を算出すると共に、温度検出手段 2 2 の検出結果とテーブルメモリ 1 4 に記憶してある抵抗温度係数とに基づいてヒータ 7 の製造時の抵抗を算出し、算出した抵抗相互に基づいてヒータ 7 の劣化の程度を割り出す CPU 1 7 とを備える。

【選択図】 図 2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 9 7 1 5 3
受付番号	5 0 3 0 0 5 3 6 8 2 0
書類名	特許願
担当官	第四担当上席 0 0 9 3
作成日	平成 1 5 年 4 月 1 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成15年 3月31日

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 9 7 1 5 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[5 9 2 2 3 0 0 9 2]

1. 変更年月日
[変更理由]

1 9 9 2 年 1 0 月 7 日
新規登録

住 所
氏 名

東京都新宿区新宿二丁目 1 番 9 号
国際電気システムサービス株式会社

2. 変更年月日
[変更理由]

2 0 0 2 年 5 月 1 7 日
名称変更

住 所
氏 名

東京都新宿区新宿二丁目 1 番 9 号
株式会社国際電気セミコンダクターサービス